

⑯ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57—45290

⑩ Int. Cl.³
H 01 L 41/18

識別記号

府内整理番号
7131—5F

⑬ 公開 昭和57年(1982)3月15日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全3頁)

④複合圧電素子

②特 領 昭55—120054

⑦発明者 大内宏

②出 領 昭55(1980)8月29日

門真市大字門真1006番地松下電

⑦発明者 西田正光

器産業株式会社内

門真市大字門真1006番地松下電
器産業株式会社内

⑦出 領 人 松下電器産業株式会社

⑦発明者 上田一朗

門真市大字門真1006番地

⑦代 理 人 弁理士 中尾敏男 外1名

明細書

1. 発明の名称

複合圧電素子

2. 特許請求の範囲

複数個の多角形もしくは円形の断面をもつ棒状もしくは板状の圧電磁器と、複数個の多角形もしくは円形の断面をもつ棒状もしくは板状の有機高分子材料とを、交互にもしくは不規則に、かつこれらを互いに平行に配置し、さらにこれらの圧電磁器間、有機高分子材料間および両者間の間隙を有機高分子材料で充填し、棒状もしくは板状圧電磁器の長さ方向に分極処理してなることを特徴とする複合圧電素子。

3. 発明の詳細な説明

本発明は圧電磁器と有機高分子材料とからなる複合圧電素子に関するものである。

圧電素子は電極間に印加する電気エネルギーに応じて個々のモードで伸縮し、または加える機械的エネルギーに応じて、電極間に電気エネルギーを発生する。本発明はこのような用途に使用する

2. 圧電素子を提供する。

従来、上記の用途に使用する圧電素子にはチタン酸バリウム系、チタン酸ジルコン酸鉛系あるいは複合ペロブスカイト形化合物を含むチタン酸ジルコン酸鉛系などの磁器組成物を用いた圧電素子が使用されてきた。これら従来の磁器圧電素子はすぐれた圧電性を示すが、硬くて脆いため、スピーカーなどの各種の音響機器用圧電素子として柔軟性の大きな圧電素子が要望されてきた。一方、柔軟性の大きい圧電素子としてはポリフィ化ビニリデンなどの圧電性有機高分子材料を用いたものが使用されている。しかし、これらは圧電定数(d 定数)が小さいという欠点がある。

本発明は、かかる従来の圧電素子の欠点を除去し、可撓性のある圧電性の優れた圧電素子を提供する。具体的には、本発明は、複数個の多角形もしくは円形の断面をもつ棒状もしくは板状の圧電磁器と、複数個の多角形もしくは円形の断面をもつ棒状もしくは板状の有機高分子材料とを、交互にもしくは不規則にかつこれらを互いに平行に配

置し、さらにこれらの圧電素子間、有機高分子材料間および両者間の間隙を有機高分子材料で充填し、さらに棒状もしくは板状圧電磁器の長さ方向に分極処理してなる圧電素子を提供するものであり、これにより可換性と圧電性の優れた圧電素子を得るものである。

以下、本発明を実施例により説明する。

実施例1

$Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})_{0.125} Ti_{0.435} Zr_{0.440} O_3$ なる一般式で示される組成をもつ圧電磁器の角棒 ($25 \times 0.5 \times 0.5 \text{ mm}^3$) と、同じ形状をもつ塩化ビニール樹脂の角棒とを、1対4の数量比で、それらを同方向に向け、さらに不規則な順序に束状にし、これら間隙をエポキシ樹脂で充填し、このエポキシ樹脂を硬化させた。これより、圧電磁器棒と同方向の長さ方向をもつ角棒 ($20 \times 10 \times 1.0 \text{ mm}^3$) を切り出し、この角棒の $10 \times 1.0 \text{ mm}^2$ の面の両面に常温硬化性のシルバーベーストを塗布し電極とした。その後、100°Cのシリコン油中でこの素子の両電極間に 2 kV/mm の直流電

界を10分間印加して、分極処理を行なった。得られた複合圧電素子の圧電的性質を共振反共振法で測定した。この複合圧電素子内圧電磁器成分の体積は21%であった。この複合圧電素子の圧電歪係数 d_{33} は $278 \times 10^{-12} \text{ m/V}$ 、電圧出力係数 g_{33} は $106 \times 10^{-3} \text{ V} \cdot \text{m/N}$ であった。なお、圧電磁器単体の材料定数は $d_{33} = 362 \times 10^{-12} \text{ m/V}$ と $g_{33} = 24 \times 10^{-3} \text{ V} \cdot \text{m/N}$ であった。

実施例2

$Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})_{0.09} (Sn_{1/3}Nb_{2/3})_{0.09} Ti_{0.42} Zr_{0.40} O_3 + 0.5$ 重量%なる一般式で示される組成をもつ圧電磁器の角棒 ($25 \times 0.5 \times 0.5 \text{ mm}^3$) と、同じ形状をもつエポキシ樹脂の角棒とを、1対2の数量比で、それらを同方向に向け、さらに不規則な順序に束状にし、これらの間隙をシリコン樹脂で充填して、このエポキシ樹脂を硬化させた。これより、圧電磁器棒と同方向の長さ方向をもつ角棒 ($20 \times 10 \times 1.0 \text{ mm}^3$) を切り出し、この角棒の $10 \times 1.0 \text{ mm}^2$ の面の両面に常温硬化性のシルバーベーストを塗布して、

5
電極とした。その後、この素子を100°Cのシリコン油に浸しながら両電極間に 3 kV/mm の直流電界を30分間印加して、分極処理を行なった。この複合圧電素子の圧電磁器成分の比率は33%であった。この複合圧電素子の圧電歪係数 d_{33} は $182 \times 10^{-12} \text{ m/V}$ 、電圧出力係数 g_{33} は $104 \times 10^{-3} \text{ V} \cdot \text{m/N}$ であった。この場合の圧電磁器単体の材料定数は $d_{33} = 271 \times 10^{-12} \text{ m/V}$ と $g_{33} = 25 \times 10^{-3} \text{ V} \cdot \text{m/N}$ であった。

本発明の複合圧電素子は、実施例に示されているように、従来の圧電磁器単体に比べて著しく大きな電圧出力係数を示す。このため、本発明の圧電素子は一定応力下での電圧感度が大きいという特徴がある。また、本発明の圧電素子は、有機高分子材料と圧電磁器との複合物であるため、磁器材料単体のものに比べて、著しく可換性が大きい。一方、可換性の大きい圧電材料としてはポリフッ化ビニリデンなどの有機圧電材料や有機圧電材料と圧電磁器粉末を混合した圧電材料などがあるが、これらは圧電歪係数が小さい(たとえば、特公昭

6
55-16463号公報では $30 \times 10^{-12} \text{ m/V}$ 以下である)。しかるに本発明の圧電素子は可換性がすぐれているだけでなく、その圧電歪係数も大きいものである。また、本発明の複合圧電素子は磁器成分の長さ方向には圧電磁器が連続しているが、長さ方向に垂直な方向では圧電磁器成分は不連続である。このため、本発明の圧電素子は、磁器成分の長さ方向の圧電性に比べて、これに直角な方向の圧電性は著しく小さいという特徴をもつ。さらに、本発明の圧電素子は分極処理が従来の可換性のある有機圧電材料に比べて容易であり、使用する圧電磁器の分極条件と同じ条件で分極処理できる。

さらに、本発明の圧電素子は、圧電磁器と有機高分子材料の棒または板の数量比やこれらの形状を変えることにより、複合圧電素子の圧電磁器成分と有機高分子材料成分との比率を容易に変えることができる。このため、製造しやすい。なお、圧電磁器棒を単に有機高分子材料内に埋込む構造の複合素子では、圧電磁器成分と有機高分子材料成分と

の比率を自由に変えることは著しく困難である。なお、本発明で用いる圧電磁器は、実施例で用いた組成物に限らず、チタン酸バリウム系磁器、チタン酸ジルコン酸鉛系磁器、複合ペロブスカイト形化合物を含むチタン酸ジルコン酸鉛系磁器などの他の圧電磁器を使用できる。棒状あるいは板状の有機高分子材料および充填用の有機高分子材料も実施例のものに限定されることなく、エポキシ樹脂、シリコンゴム、ポリ塩化ビニル、ポリフッ化ビニリデンなどの熱可塑性または熱硬化性の有機高分子材料を使用できる。圧電磁器と有機高分子材料の棒あるいは板についても、種々の断面と大きさのもの及びその組合せのものが使用できることはいりまでもない。また、実施例では、有機高分子材料を充填してから分極処理を行なったが、充填する有機高分子材料の充填するときの温度または、それを硬化させる温度が使用する圧電磁器のキュリー点より低い場合には、分極処理した圧電磁器棒または板を使用することにより有機高分子材料の充填後の分極処理工程を省略しても

よい。また、本発明で圧電磁器棒または板、有機高分子材料の または板と充填用有機高分子材料の容積比はいずれかが〇の場合以外であればよい。実施例1で圧電磁と有機高分子材料の棒の比率を対1と1対1にしたものでは、得られた複合圧電素子の特性は次の値であった。すなわち、前者では磁器成分の比率は70容積%であり、 $d_{33} = 301 \times 10^{-12} \text{ m/V}$, $g_{33} = 36 \times 10^{-5} \text{ V} \cdot \text{m/N}$ であった。後者では、磁器成分の比率は7%であり、 $d_{33} = 249 \times 10^{-12} \text{ m/V}$, $g_{33} = 179 \times 10^{-5} \text{ V} \cdot \text{m/N}$ であった。

これらの結果から明らかかのように圧電磁器成分の比率が小さくなることともない圧電歪係数 d_{33} が徐々に減少するが、電圧出力係数は著しく増加するとともに、可撓性も大きくなる傾向がみられた。

以上のとおり本発明の圧電素子は製造が容易であるとともに、圧電歪係数と電圧出力係数が大きく、かつ可撓性が大きいため、各種の音響機器用圧電素子として有用である。